

NEHRANIDBENI ČIMBENICI SADRŽAJA UREJE U MLIJEKU**Z. Prpić, M. Konjačić, I. Vnućec, Jelena Ramljak, A. Ivanković****Sažetak**

Ureja je normalan sastojak mlijeka kao dio neproteinske frakcije dušika. S obzirom na postojanje pozitivne korelacije između sadržaja ureje u mlijeku i u krvi krava, koncentracija ureje u mlijeku služi kao vrlo primjenjiv pokazatelj izbalansiranosti obroka krava energijom i bjelančevinama. Uočen je negativan utjecaj visokih koncentracija ureje u mlijeku na zdravlje i reproduktivne osobine mliječnih krava. U ovom radu se raspravlja o nekim proizvodnim i okolišnim čimbenicima koji utječu na sadržaj ureje u mlijeku, a posredno su povezani s kvalitetom i količinom konzumiranog obroka. Veći broj istraživanja navodi na zaključak da s porastom proizvodnje mlijeka raste i sadržaj ureje u mlijeku. Koncentracija ureje u mlijeku varira s obzirom na stadij laktacije i sezonu, dok se s povećanjem redoslijeda laktacije povećava sadržaj ureje u mlijeku. Prema mnogim autorima sadržaj mliječne masti i bjelančevina mlijeka u negativnoj je korelaciji sa sadržajem ureje u mlijeku. Mlijeko dobiveno jutarnjom mužnjom općenito ima niži sadržaj ureje nego mlijeko večernje mužnje zbog različitog vremenskog intervala između hranidbe i mužnje krava. U krava veće tjelesne mase sadržaj ureje u mlijeku često je manji nego u onih manje tjelesne mase, što dijelom objašnjava razlike u sadržaju ureje u mlijeku između pojedinih mliječnih pasmina krava. Iz navedenoga je nedvojbeno da je koncentracija ureje u mlijeku koristan pokazatelj u managementu hranidbe mliječnih krava, no potrebno je za objektivnu analizu stanja uvažiti i navedene nehranidbene čimbenike koji utječu na sadržaj ureje u mlijeku.

Ključne riječi: ureja u mlijeku, nehranidbeni čimbenici, mliječna krava, hranidba

Uvod

Pri razgradnji sirovih bjelančevina hrane u rumino-retikularnom prostoru zbiva se deaminacija aminokiselina, pri čemu se oslobađa amonijak koji koriste

Zvonimir Prpić, dipl. ing., mr. sc. Miljenko Konjačić, Ivan Vnućec, dipl. ing., Jelena Ramljak, dipl. ing., doc. dr. sc. Ante Ivanković, Zavod za specijalno stočarstvo, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb

mikroorganizmi buraga za sintezu svojih aminokiselina i bjelančevina, ali isključivo u slučaju dovoljne količine lako probavljivih ugljikohidrata, odnosno energije. U protivnom se višak stvorenog toksičnog amonijaka u jetri pretvara u ureju (Symonds i sur., 1981). Jetra sintetiziraju ureju otpušta u krv i tjelesne tekućine (uključujući mlijeko).

Obujam sinteze mikrobnih bjelančevina ovisi o količini i sinkronizaciji brzine fermentacije konzumirane organske tvari i razgradnje bjelančevina krme ($r^2=0,62$; Grbeša, 1993). Stoga se značajna pozornost u sastavljanju obroka mliječnih goveda posvećuje poboljšanju omjera razgradivi protein : fermentirajući ugljikohidrati radi postizanja maksimalne sinteze mikrobnih bjelančevina. Prema Symonds i sur. (1981) jetra mliječne krave može uspješno uklanjati toksični amonijak do koncentracije od $12,0 \text{ g NH}_3\text{-N}\cdot\text{h}^{-1}$. Pri koncentraciji od $23,0 \text{ g NH}_3\text{-N}\cdot\text{h}^{-1}$ dolazi do trovanja krave pri čemu ona nemoćno leži. Ako u perifernoj cirkulaciji (nakon jetre) amonijak dosegne koncentraciju od 2 do 4 mg/100 mL krvi, krava ugiba (Symonds i sur., 1981).

Ureja se smatra normalnim sastojkom kravljeg mlijeka kao dio neproteinskog dušika (NPN) (Ferguson, 1999). Prema rezultatima brojnih istraživanja korelacija između sadržaja ureje u krvi i mlijeku je visoka i pozitivna (Refsdal, 1983; Rook i Thomas, 1985; Roseler i sur., 1993; Butler i sur., 1996; Broderick i Clayton, 1997; Rodriguez i sur., 1997; Campanile i sur., 1998; Wittwer i sur., 1999). Stoga se sadržaj ureje u mlijeku sve više koristi kao praktičan parametar praćenja unosa sirovih bjelančevina i energije obrokom, odnosno provjera učinkovitosti iskorištavanja dušika (N) iz hrane u mliječnim krava.

Ovaj način kontrole može imati važnu ulogu u optimiziranju hranidbe na mliječnoj farmi, jer 1.) prekomjerni unos sirovih bjelančevina može negativno utjecati na reprodukciju i proizvodnju mlijeka u krava; 2.) prevelika konzumacija sirovih bjelančevina povećava potrebe krava na energiji; 3.) proteinski dodaci u hranidbi krava su vrlo skupi; i 4.) prekomjerno izlučivanje dušika ima negativan učinak na okoliš (Broderick i Clayton, 1997).

Normalne vrijednosti sadržaja ureje u mlijeku kreću se od 10 do 15 mg/dL (Carlson i Pehrson, 1994; Moore i Varga, 1996). Sadržaj ureje u mlijeku povezan je sa razinom konzumacije sirovih bjelančevina krme, postotkom u buragu (*rumen*) razgradivih i nerazgradivih bjelančevina, kao i odnosom između energije i bjelančevina u obroku (Roseler i sur., 1993; Baker i sur., 1995), a u negativnoj vezi sa sadržajem nevlaknastih ugljikohidrata u obroku krava (Godden i sur., 2001b).

Na temelju dosadašnjih istraživanja, u vezi s koncentracijom ureje u mlijeku, osim hranidbenih čimbenika, posredno je povezano nekoliko drugih

proizvodnih i ekoloških čimbenika. Spomenuti čimbenici su redoslijed i stadij laktacije, proizvodnja i kemijski sastav mlijeka (mliječna mast i bjelančevine), broj somatskih stanica (BSS), sezona, uzorak mlijeka i još neki drugi. Svega je nekoliko istraživanja provedeno na temu utjecaja nehranidbenih čimbenika na sadržaj ureje u mlijeku (Eicher i sur., 1999b; Godden i sur., 2001; Rajala-Schultz i Saville, 2003; Arunvipas i sur., 2003; Johnson i Young, 2003; Hojman i sur., 2004). Navedeni proizvodni i okolišni čimbenici uzrokuju 13,3% (Arunvipas i sur., 2003), odnosno 37% (Hojman i sur., 2004) individualnih varijacija u sadržaju ureje u mlijeku.

Povezanost sadržaja ureje u krvi i u mlijeku goveda

U jetri nastala ureja slobodno i brzo se širi kroz membrane stanica i ulazi u tjelesne tekućine, uključujući mlijeko, tako da koncentracija ureje u mlijeku precizno reflektira sadržaj ureje u krvi (Rook i Thomas, 1985). Wittwer i sur. (1999) su analizom skupnih uzoraka mlijeka utvrdili visoku pozitivnu korelaciju ($r = 0,95$; $p < 0,01$) sadržaja ureje u krvi i u mlijeku krava (Grafikon 1), što je u skladu s rezultatima prethodnih istraživanja (Refsdal, 1983; Rook i Thomas, 1985; Butler i sur., 1996; Campanile i sur., 1998). Broderick i Clayton (1997) navode jaku povezanost vrijednosti ureje u krvi i u mlijeku krava ($r^2 = 0,842$) u individualnih uzoraka mlijeka. Prema Campanile i sur. (1998) povećanje udjela sirovih bjelančevina u suhoj tvari obroka značajno povećava koncentraciju ureje u krvi i mlijeku. Roseler i sur. (1993) su dokazali da je koncentracija ureje u mlijeku i u krvi pod utjecajem promjena sadržaja u buragu razgradivih i nerazgradivih (*bypass*) bjelančevina, kao i pod utjecajem razine unosa energije obrokom. U krava u laktaciji, sadržaj ureje u krvi opada uspostavljanjem optimalne razine fermentirajućih ugljikohidrata u buragu koji omogućuju sintezu mikrobnih bjelančevina iz buragovih razgradivih bjelančevina i ostalih N-spojeva. Višak u buragu razgradivih bjelančevina, odgovoran za porast sadržaja ureje u krvi i mlijeku, naprotiv, vrlo malo služi za sintezu bjelančevina mlijeka (Campanile i sur., 1998).

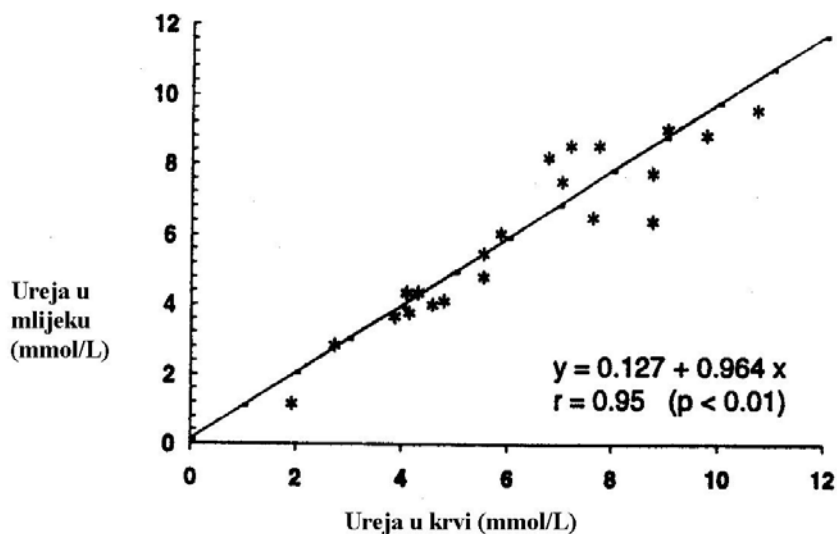
Utjecaj sadržaja ureje u mlijeku na reprodukciju krava

Prema nekim autorima (Gustaffson i Carlsson, 1993; Butler i sur., 1996; Wittwer i sur., 1999; Melendez i sur., 2000; Rajala-Schultz i sur., 2001) postoji jaka povezanost između visokog sadržaja ureje u mlijeku i smanjene reproduktivne sposobnosti u krava, dok prema drugim istraživanjima, takva veza nije utvrđena (Butler i sur., 1995; Melendez i sur., 2000).

Butler i sur. (1996) navode da krave sa sadržajem ureje iznad 19 mg/dl mlijeka na dan osjemenjivanja, imaju za 21% manju uspješnost koncepcije u odnosu na krave s nižim sadržajem ureje u mlijeku. Navedeno je u skladu s navodima Larsona i sur. (1997), ali u krava sa sadržajem ureje iznad 21 mg/dl, odnosno 14,09 mg/dl mlijeka (H o j m a n i sur., 2004), i 15,4 mg/dl (Rajala-Schultz i sur., 2000).

Grafikon 1. – POVEZANOST SADRŽAJA UREJE U KRV I U SKUPNOM MLJEKU KRAVA (Wittwer i sur., 1999)

Graph 1. – RELATIONSHIP BETWEEN UREA CONCENTRATIONS IN HERD BLOOD AND IN BULK MILK (Wittwer et al., 1999)



Prevelika količina u buragu razgradivih bjelančevina djeluje putem dosad nepoznatog mehanizma na pad vrijednosti pH u maternici majke tijekom lutealne faze embrionalnog razvoja, što može za posljedicu imati smanjenje plodnosti (E l r o d i B u t l e r, 1993) Rani embrionalni razvoj zahtijeva odgovarajuće uvjete u jajovodu i maternici. Visoke razine ureje ili amonijaka u krvi mogu biti toksične za spermu, jajašca ili embrij, odnosno mogu dovesti do destrukcije cilija u jajovodu majke (M o o r e i V a r g a, 1996). Prema istraživanjima W i t t w e r a i sur. (1999) sadržaj ureje u mlijeku veći od 7,3 mmol/l na dan osjemenjivanja rezultira značajnim smanjenjem postotka koncepcije kod prvog pripusta u odnosu na krave sa sadržajem ureje manjim od 5,0 mmol/l mlijeka. Uvođenje u obrok krmiva bogatih u buragu nerazgradivim bjelančevinama (*bypass bjelančevine*), snižava sadržaj ureje u mlijeku i u krvi

te poboljšava svojstva plodnosti krava (Butler i sur., 1996; Canfield i sur., 1990).

Nehranidbeni čimbenici sadržaja ureje u mlijeku Proizvodnja mlijeka

Dosadašnje spoznaje o povezanosti između proizvodnje mlijeka i sadržaja ureje u mlijeku dosta su različite. Većina istraživanja utvrdila su pozitivnu povezanost (Kaufmann, 1982; Macleod i sur., 1984; Oltner i sur., 1985; Carlsson i sur., 1995; Godden i sur., 2001; Arunvipas i sur., 2003; Hojman i sur., 2004), dok neka istraživanja nisu utvrdila značajnu povezanost (Gustaffson i Palmquist, 1993; Gustaffson i Carlson, 1993; Baker i sur., 1995; Eicher i sur., 1999a). Ismail i sur. (1996) i Trevaskis i Fulkerson (1999) ističu negativnu povezanost sadržaja ureje i proizvodnje mlijeka.

Prema navodima Rajala-Schultz i Saville (2003) sadržaj ureje u mlijeku i dnevna razina proizvodnje mlijeka pozitivno su povezani u stadima s visokom prosječnom proizvodnjom mlijeka ($>10\,000$ kg mlijeka u laktaciji po grlu), za razliku od stada s nižom prosječnom laktacijskom proizvodnjom mlijeka po grlu ($<7\,000$ kg mlijeka) kod kojih nije utvrđena značajna povezanost. Također, u stadima s visokom prosječnom laktacijskom proizvodnjom mlijeka utvrđen je značajno viši prosječni sadržaj ureje u mlijeku, što autori (Rajala-Schultz i Saville, 2003) objašnjavaju visokom razinom sirovih bjelančevina u obroku visoko mliječnih krava.

Povećanje proizvodnje mlijeka za $2\,000$ kg u laktaciji povezano je s porastom razine ureje u mlijeku za $2,6$ mg/dl (Jonker i sur., 1999), odnosno $0,33$ mg/dl (Arunvipas i sur., 2003).

Pozitivna povezanost dnevne proizvodnje mlijeka i sadržaja ureje u mlijeku može biti rezultat povećane proizvodnje koja rezultira većim hranidbenim potrebama za sirovim bjelančevinama. Dodatak bjelančevina u obroku povećava proizvodnju mlijeka osiguravajući više aminokiselina potrebnih za sintezu bjelančevina mlijeka, uz povećanje količine lako probavljivih ugljikohidrata u obroku krava. Macleod i sur. (1984) navode da povećanje razine sirovih bjelančevina u obroku povećava konzumaciju suhe tvari krme, što neizravno rezultira povećanjem unosa energije obrokom.

Sezona

Sadržaj ukupnog dušika (*total nitrogen, TN*) i *pravih* bjelančevina (većinom kazein) u mlijeku se smanjuje tijekom ljetnog razdoblja, dok se sadržaj neproteinskog dušika (NPN), koji uključuje ureju, povećava

(Carlsson i sur., 1995; Ferguson i sur., 1997). Rajala-Schultz i Saville (2003) utvrdili su značajnu interakciju između sezone (godišnjeg doba) i proizvodnje mlijeka u krava držanih na paši. U niže proizvodnih grla (<7 258 kg mlijeka po laktaciji) sadržaj ureje u mlijeku bio je značajno viši tijekom ljeta. Naime, poznato je da svježa paša sadrži vrlo probavljive bjelančevine te visok odnos energije i bjelančevina (Soriano i sur., 2001). Visoko proizvodna stada krava (>10 433 kg mlijeka u laktaciji po kravi) imala su nizak sadržaj ureje upravo tijekom ljetnih mjeseci zbog smanjene konzumacije suhe tvari, odnosno unosa bjelančevina krme zbog vrućine (Rajala-Schultz i Saville, 2003). Međutim, prema navodima Hojmana i sur. (2004) u krava držanih cijele godine u staji i hranjenih kompletnim (TMR) obrokom bez zelene (košene) trave, najmanje vrijednosti ureje utvrđene su upravo tijekom ljeta, pa autori pretpostavljaju da je utjecaj sezone na sadržaj ureje izravan.

Uzorak mlijeka

Sadržaj ureje najčešće je manji u mlijeku jutarnje, nego u mlijeku večernje mužnje, što su dosada u svojim istraživanjima potvrdili brojni autori (Broderick i Clayton, 1997; Ferguson i sur., 1997; Godden i sur., 2001; Geerts i sur., 2004). Uočene razlike u sadržaju ureje između uzoraka mlijeka jutarnje i večernje mužnje mogu biti uvjetovane različitim vremenskim intervalima između hranidbe i mužnje tijekom jutra, odnosno večeri. To potvrđuju i rezultati istraživanja prema kojima je sadržaj ureje u mlijeku najveći upravo kada su krave hranjene unutar 5 do 6 sati prije uzimanja uzoraka mlijeka, odnosno sadržaj ureje počinje opadati s povećanjem intervala između hranjenja i mužnje (Gustafsson i Palmquist, 1993). Karakterističan kratak vremenski interval između hranjenja krava i večernje mužnje (do 6 sati), odnosno duži interval između hranidbe i jutarnje mužnje objašnjava niže vrijednosti ureje u uzorcima mlijeka jutarnje mužnje (Godden, 1998).

Istraživanjima nije utvrđena signifikantna razlika u sadržaju ureje u uzorku mlijeka s obzirom na *četvrt vimena* (Carlson i Bergstrom, 1994; Eicher i sur., 1999b).

Carlson i Bergstrom (1994) su utvrdili značajne *dnevne varijacije* u sadržaju ureje u mlijeku. Najviše vrijednosti su utvrđene 3 do 5 sati nakon početka jutarnje hranidbe, a najniže vrijednosti (60% od maksimalne vrijednosti) tijekom noći.

Redoslijed laktacije

Istraživanjem individualnih uzoraka mlijeka neki autori su utvrdili značajan utjecaj redoslijeda laktacije na koncentraciju ureje u mlijeku i krvi krava, odnosno da s povećanjem redoslijeda laktacije koncentracija ureje u mlijeku značajno raste (Oltner i sur., 1985; Carroll i sur., 1988; Canfield i sur., 1990; Barton i sur., 1996; Godden i sur., 2001; Arunvipas i sur., 2003; Wood i sur., 2003; Hojman i sur., 2004). Krave u prvoj laktaciji još su uvijek u fazi rasta i razvoja i, stoga, efikasnije iskorištavaju aminokiseline iz obroka. Posljedica toga bila bi smanjena deaminacija i sinteza ureje u jetri, što rezultira nižim sadržajem ureje u mlijeku u krava prve laktacije (Oltner i sur., 1985). Prema Carlsonu i sur. (1995) krave drugog ili višeg reda laktacije imaju veću koncentraciju ureje u mlijeku nego prvotelke samo kada su smještene u staji, za razliku od krava držanih na paši. Johnson i Young (2003) navode da Holstein krave imaju najveći sadržaj ureje u mlijeku prve laktacije, dok u Jersey krava značajna razlika između laktacija nije utvrđena.

Stadij laktacije

Sadržaj ureje u mlijeku varira s obzirom na stadij laktacije (Oltner i Witkorsson, 1983; Oltner i sur., 1985; Carlson i sur., 1995; Moore i Varga, 1996; Godden i sur., 2001; Rajala-Schultz i Saville, 2003). Prema istim autorima, koncentracija ureje u mlijeku je najniža tijekom rane laktacije (prvih 30 dana), dok u krava držanih na paši najniža koncentracija ureje u mlijeku je utvrđena između 40. i 60. dana laktacije (Trevaskis i Fulkerson, 1999). Niži sadržaj ureje u mlijeku može biti u vezi sa smanjenom mogućnošću konzumacije suhe tvari u razdoblju neposredno nakon partusa, i naglim porastom mliječnosti, osobito u visoko mliječnih krava (Carlsson i sur., 1995). Kretanje sadržaja ureje u mlijeku (Grafikon 2) uglavnom prati krivulju laktacije (Jonker i sur., 1999; Johnson i Young, 2003), odnosno sadržaj ureje u mlijeku dostiže svoju najvišu vrijednost upravo u vrijeme postizanja vrha laktacijske proizvodnje mlijeka (Rajala-Schultz i Saville, 2003). Prema Carlssonu i sur. (1995) i Arunvipasu i sur. (2003) koncentracija ureje u mlijeku doseže najvišu vrijednost između 3. i 6. mjeseca laktacije. Zbog značajne interakcije između redoslijeda i stadija laktacije (Carlson i sur., 1995; Godden i sur., 2001a), pad sadržaja ureje u mlijeku tijekom kasne laktacije znatno je veći u krava drugog ili višeg reda laktacije, nego u krava u prvoj laktaciji.

Schepers i Meijer (1998) nisu utvrdili značajnu povezanost između stadija laktacije i sadržaja ureje u mlijeku u identičnim uvjetima hranidbe

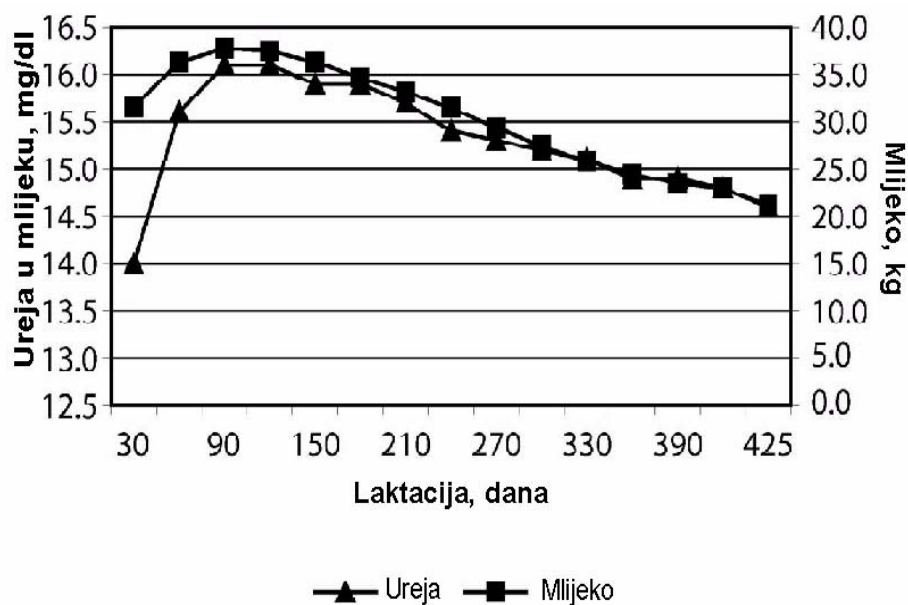
pokusnih skupina krava obuhvaćenih istraživanjem. Wood i sur. (2003) navode za krave prve tri laktacije kretanje sadržaja ureje u mlijeku inverznim kretanju laktacijske proizvodnje mlijeka, s najvišim vrijednostima ureje na kraju laktacije. Sličan pozitivan odnos između stadija laktacije i sadržaja ureje u mlijeku navode i drugi autori (Ng-Kwai-Hang i sur., 1985; DePeters i Cant, 1992; Broderick i Clayton, 1997; Hojman i sur., 2004).

U kasnoj laktaciji, zbog smanjene proizvodnje mlijeka, potrebe krave za bjelančevinama padaju, a samim time i koncentracija ureje u mlijeku, naravno uz pretpostavku zadovoljavajuće količine u buragu razgradivih bjelančevina i optimalnog odnosa bjelančevina i fermentirajućih ugljikohidrata u obroku. Ovo ukazuje na činjenicu da su nehranidbeni čimbenici od minorne važnosti za objašnjenje povezanosti između stadija laktacije i sadržaja ureje u mlijeku (Scheppers i Meijer, 1998).

U slučajevima hranidbe krava u kasnoj laktaciji obrocima prebogatim sirovim bjelančevinama ili siromašnim energijom, sadržaj ureje u mlijeku će rasti, usporedo s padom proizvodnje mlijeka.

Grafikon 2. – KONCENTRACIJA UREJE U MLIJEKU I PROIZVODNJA MLIJEKA U ODNOSU NA STADIJ LAKTACIJE (Johnson i Young, 2003)

Graph 2. – MILK UREA NITROGEN CONCENTRATION AND MILK YIELD BY 30-d DAYS IN MILK CATEGORIES (Johnson and Young, 2003)



Kemijski sastav mlijeka

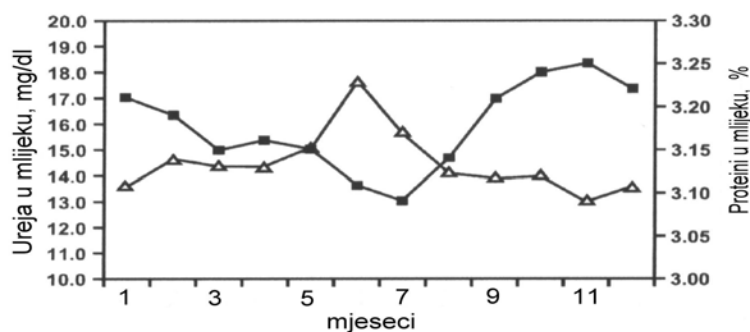
Odnos između količine bjelančevina i mliječne masti te sadržaja ureje u mlijeku je negativan (inverzan), odnosno s povećanjem količine bjelančevina i mliječne masti smanjuje se koncentracija ureje u mlijeku (Arunvipas i sur., 2003; Johnson i Young, 2003; Čuklić i Kalember, 2004).

Johnson i Young (2003) navode da unutar normalnih vrijednosti za mliječnu mast u pasmina Holstein (3,1 do 4,0%) i Jersey (4,2 do 6,3%) sadržaj ureje se mijenjao vrlo malo, ali s porastom količine mliječne masti sadržaj ureje u mlijeku se značajno smanjivao. Međutim, prema istraživanjima Hojmana i sur. (2004) između sadržaja ureje i masti u mlijeku utvrđena je pozitivna veza ($P < 0,001$). Slično su utvrdili Godden i sur. (2001) i Rajala-Schultz i Saville (2003) za visoko proizvodne krave. Moguće objašnjenje jest u činjenici da visoke količine sirovih vlakana iz voluminozne krme povećavaju sadržaj mliječne masti i u isto vrijeme podižu razinu ureje u mlijeku zbog visoke razgradljivosti njihovih bjelančevina (Hojman i sur., 2004).

Zbog inverznog odnosa između sadržaja ureje i bjelančevina u mlijeku (Grafikon 3), niže koncentracije ureje su u vezi s većom iskoristivošću sirovih bjelančevina krme, odnosno većom iskoristivosti dušika. Zbog navedene povezanosti, sadržaj bjelančevina u mlijeku zajedno s koncentracijom ureje u mlijeku može biti praktičan pokazatelj izbalansiranosti obroka mliječnih krava. Opisani odnos između bjelančevina i ureje u mlijeku Jersey goveda utvrđen je samo kod viših razina bjelančevina u mlijeku ($>3,4\%$) (Johnson i Young, 2003). Trevaskis i Fulkerson (1999) u Holstein krava držanih na paši nisu utvrdili značajnu povezanost sadržaja ureje i proteina u mlijeku.

Grafikon 3. – PROSJEČNE VRIJEDNOST UREJE (Δ) I PROTEINA (\blacksquare) U MLJEKU PO MJESECIMA (Hojman i sur., 2004)

Graph 3. – AVERAGE MILK UREA (Δ) AND MILK TOTAL PROTEIN (\blacksquare) CONCENTRATIONS PER MONTHS (Hojman et al., 2004)



Na odnos između ureje i sadržaja bjelančevina, odnosno masti u mlijeku utječe interakcija navedenih komponenata sastava mlijeka i visine proizvodnje mlijeka (Rajala-Schultz i Saville, 2003). Prema istim autorima, sadržaj bjelančevina i masti u mlijeku nije povezan sa sadržajem ureje u mlijeku u stadima krava s nižom proizvodnjom mlijeka. Međutim, u visoko mliječnih stada krava, postotak mliječne masti pozitivno je povezan s koncentracijom ureje u mlijeku. Jonker i sur. (1998) su procijenili da promjena u postotku mliječne masti za $\pm 0,5\%$ dovodi do promjene prosječnog laktacijskog sadržaja ureje za približno $\pm 1,70$ mg/dl mlijeka.

Broj somatskih stanica

Dosada je provedeno malo istraživanja o povezanosti broja somatskih stanica (BSS) i sadržaja ureje u mlijeku. Utvrđena je slaba negativna povezanost između BSS i sadržaja ureje u individualnim uzorcima mlijeka Holstein pasmine krava u Americi i Kanadi (Godden i sur., 2001; Rajala-Schultz i Saville, 2003). Međutim, Hojman i sur. (2004) utvrđuju na velikom broju krava u Izraelu jaku negativnu povezanost između navedenih dviju varijabli. Također, DePeters i Ferguson (1992) na temelju prethodnih istraživanja zaključuju da se u mlijeku krava oboljelih od mastitisa smanjuje sadržaj kazeina, a povećava količina nekazeinskih bjelančevina (koje uključuju ureju). Licata (1985) navodi smanjenje koncentracije ureje za 2,7 mg/dl u mlijeku iz četvrti vimena oboljelih od mastitisa. Dakako, neki istraživači nisu utvrdili povezanost između sadržaja ureje u mlijeku (NPN sadržaja) i broja somatskih stanica u mlijeku krava (Ng-Kwai-Hang i sur., 1985; Verdi i sur., 1987; Eicher i sur., 1999b).

Pasmina

Pasmina ima značajan utjecaj na sadržaj mliječne masti, proteina (Bruhn i Franke, 1977), neproteinskog dušika (NPN) u mlijeku (Cerbulis i Farrell, 1975), i ureje u krvi (Barton i sur., 1996). Kauffman i St-Pierre (2001) nisu utvrdili značajne razlike u prosječnom sadržaju ureje u mlijeku između pasmina Holstein (9,44 mg/dl) i Jersey (9,47 mg/dl), dok su Rodriguez i sur. (1997) utvrdili veću prosječnu koncentraciju ureje u mlijeku Holstein krava nego u Jersey goveda. Ferguson i sur. (1997) zaključuju da Jersey krave imaju veći sadržaj ureje u mlijeku nego krave Holstein pasmine.

Tjelesna masa goveda u negativnoj je korelaciji sa sadržajem ureje u mlijeku mliječnih krava. Prema Jonkeru i sur. (2003) krave veće tjelesne mase imaju niži sadržaj ureje, dok manje krave imaju viši sadržaj ureje u

mlijeku. Johnson i Young (2003) navode značajnu razliku u sadržaju ureje u odnosu na pasminu; manje Jersey krave imale su nižu vrijednost ureje u krvi (14,1 mg/dl), nego veće Holstein krave (15,5 mg/dl). Međutim, iz rezultata istraživanja (Johnson i Young, 2003) ne može se zaključiti što je uzrokovalo navedene razlike između dviju pasmina, ali razlike u proizvodnji i sastavu mlijeka, različita sposobnost iskorištavanja dušika među pasminama, odnosno različit management hranidbe između farmi obuhvaćenih istraživanjem svakako mogu utjecati na navedene razlike između pasmina.

Budući da je svega nekoliko autora istraživalo razlike među pasmina krava s obzirom na sadržaj ureje u mlijeku, ovo se čini zanimljivim područjem za daljnja istraživanja i u našim proizvodnim i ekološkim uvjetima proizvodnje mlijeka.

Zaključci

Sadržaj ureje u krvi i u mlijeku krava tijesno je povezan. Stoga, koncentracija ureje u mlijeku sve se više koristi kao praktičan pokazatelj unosa i učinkovitosti iskorištavanja dušika, osobito u visoko mliječnih krava. Visoka koncentracija ureje u mlijeku povezana s prekomjernim unosom bjelancevina nepovoljno utječe na zdravlje i osobine plodnosti krava, kao i na zagađenje okoliša i povećanje troškova hranidbe. Iz tih razloga potrebno je precizno definirati i kvantificirati utjecaj ne samo hranidbenih, nego i drugih proizvodnih i okolišnih čimbenika sadržaja ureje u mlijeku.

Mnogi istraživači navode pozitivnu povezanost između visine proizvodnje mlijeka i koncentracije ureje u mlijeku. Sadržaj ureje u mlijeku značajno varira s obzirom na stadij laktacije i sezonu. Općenito, s porastom redoslijeda laktacije koncentracija ureje se povećava. Sadržaj ureje u mlijeku najčešće je niži u mlijeku jutarnje, nego u mlijeku večernje mužnje, što je najvjerojatnije povezano s trajanjem vremenskog intervala između hranidbe krava i mužnje. Prema rezultatima nekih istraživanja između komponenata kemijskog sastava mlijeka (mliječna mast i bjelancevine) i sadržaja ureje u mlijeku u mnogim istraživanjima utvrđen je inverzan odnos. Tjelesna masa goveda u negativnom je odnosu sa sadržajem ureje u mlijeku, čime se dijelom mogu objasniti razlike u sadržaju ureje u mlijeku između pojedinih pasmina mliječnih krava.

LITERATURA

1. Arunvipas, P., Dohoo, I.R., VanLeeuwen, J.A., Keefe, G.P. (2003): The effect of non-nutritional factors on milk urea nitrogen in dairy cows in Prince Edward Island, Canada. *Prev. Vet. Med.*, 59: 83-93.
2. Baker, L.D., Ferguson, J.D., Chalupa, W. (1995): Responses in urea and true protein of milk to different protein feeding schemes for dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 78:2424–2434.

3. Barton, B.A., Rosario, H.A., Andersson, G.W., Grindle, B.P., Carroll, D.J. (1996): Effects of dietary crude protein, breed, parity, and health status on the fertility of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 79: 2225–2236.
4. Broderick, G.A., Clayton, M.K. (1997): A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. *J. Dairy Sci.*, 80: 2964–2971.
5. Bruhn, J.C., Franke, A.A. (1977): Monthly variations in gross composition of California Herd Milk. *J. Dairy Sci.*, 60: 696–700.
6. Butler, W.R., Calalman, J.J., Beam, S.W. (1996): Plasma and milk urea nitrogen in relation to pregnancy rate in lactating dairy cattle. *J. Anim. Sci.*, 74: 858–865.
7. Campanile, G., De Filippo, C., Di Palo, R., Taccone, W., Zicarelli, L. (1998): Influence of dietary protein on urea levels in blood and milk of buffalo cows. *Livest. Prod. Sci.*, 55: 135–143.
8. Canfield, R.W., Sniffen, C.J., Butler, W.R. (1990): Effects of excess degradable protein on postpartum reproduction and energy balance in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 73: 2342–2349.
9. Carlson, J., Pehrson, B. (1993): The relationship between seasonal variations in concentration in urea in bulk milk and the production and fertility of dairy herds. *Zentralbl Veterinarmed A.*, 40(3): 205. (Abstract in German).
10. Carlson, J., Bergstrom, J. (1994): The diurnal variation of urea in cow's milk and how milk fat content, storage and preservation affects analysis by a flow injection technique. *Acta Vet. Scand.*, 35(1): 67–77.
11. Carlson, J., Bergstrom, J., Pehrson, B. (1995): Variations with breed, age, season, yield, stage of lactation, and herd in the concentration of urea in bulk milk and individual cow milk. *Acta Vet. Scand.*, 36: 245–254.
12. Carroll, D.J., Barton, B.A., Anderson, G.W., Smith, R.D. (1988): Influence of protein intake and feeding strategy on reproductive performance of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 71: 3470–3481.
13. Čuklić, D., Kalember, Đ. (2004): Urea u mlijeku kao parametar hranidbe mliječnih krava. *Stočarstvo*, 58: 3–13.
14. DePeters, E.J., Ferguson, J.D. (1992): Nonprotein nitrogen and protein distribution in the milk of cows. *J. Dairy Sci.*, 75: 3192–3209.
15. DePeters, E.J., Cant, J.P. (1992): Nutritional factors influencing the nitrogen composition of bovine milk: a review. *J. Dairy Sci.*, 75: 1043–1070.
16. Eicher, R.E., Bouchard, Tremblay, A. (1999a): Cow level sampling factors affecting analysis and interpretation of milk urea concentrations in 2 dairy herds. *Can Vet J.*, 40(7): 487–92.
17. Eicher, R., Bouchard, E., Bigras-Poulin, M. (1999b): Factors affecting milk urea nitrogen and protein concentrations in Quebec dairy cows. *Prev. Vet. Med.*, 39: 53–63.
18. Elrod, C.C., Butler, W. (1993): Reduction of fertility and alteration of uterine pH in heifers fed excess ruminally degradable protein. *J. Anim. Sci.*, 71: 694–701.
19. Ferguson, J.K., Blanchard, T.L., Galligan, P.F., Hoshell, D.S., Chalupa, W. (1988): Infertility of dairy cattle fed a high percentage of protein degradable in the rumen. *J. Am. Vet. Med. Ass.*, 192: 659–662.
20. Ferguson, J.D., N. Thomsen, N., Vecchiarelli, B., Beach, J. (1997): Comparison of BUN and MUN tested by different methods. *J. Dairy Sci.*, 80 (Suppl. 1): 161. (Abstr.)

21. Ferguson, J.D. (1999): In: Ferguson, J.D. (Ed.), Milk Urea Nitrogen, June 29, 1999, pp. 1–6. <http://cahpwww.nbc.upenn.edu/mun/muninfo.html>.
22. Geerts, N.E., De Brabander, D.L., Vanacker, J.M., De Boever, J.L., Botterman, S.M. (2004): Milk urea concentration as affected by complete diet feeding and protein balance in the rumen of dairy cattle. *Livest. Prod. Sci.*, 85: 263-273.
23. Godden, S.M. (1998): Evaluation of a milk urea assay, and the relationship between milk urea concentrations and nutritional management and performance in Ontario dairy herds. Doctoral (D.V.Sc.) Thesis. University of Guelph. Guelph, ON.
24. Godden, S.M., Lissemore, K. D., Kelton, D. F., Leslie, K. E., Walton, J.S., Lumsden, J.H. (2001a): Factors associated with milk urea concentrations in Ontario dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 84: 107-114.
25. Godden, S.M., Lissemore, K.D., Kelton, D.F., Leslie, K.E., Walton, J.S., Lumsden, J.H. (2001b): Relationship between milk urea concentration and nutritional management, production, and economic variables in Ontario dairy herd. *J. Dairy Sci.*, 81: 2681-2692.
26. Grbeša, D. (1993): Aktualnosti u hranidbi preživača. *Stočarstvo*, 47: 233-243.
27. Gustafsson, A.H., Carlson, J. (1993): Effects of silage quality, protein evaluation systems and milk urea content on milk yield and reproduction in dairy cows. *Lives. Prod. Sci.*, 37: 91-105.
28. Gustafsson, A.H., Palmquist, D.L. (1993): Diurnal variation of rumen ammonia, serum urea, and milk urea in dairy cows at high and low yields. *J. Dairy Sci.*, 76: 475-484.
29. Johnson, R.G., Young, A.J. (2003): The association between milk urea nitrogen and DHI production variables in commercial dairy herds. *J. Dairy Sci.*, 86: 3008-3015.
30. Jonker, J.S., Kohn, R.A., Erdman, R.A. (1998): Using milk urea nitrogen to predict nitrogen excretion and utilization efficiency in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 81: 2681-2692.
31. Jonker, J.S., Kohn, R.A., Erdman, R.A. (1999): Milk urea nitrogen target concentrations for lactating dairy cows fed according to National Research Council Recommendations. *J. Dairy Sci.* 82: 1261–1273.
32. Kauffman, J., St-Pierre, N.R. (2001): The Relationship of Milk Urea Nitrogen to Urine Nitrogen Excretion in Holstein and Jersey Cows. *J. Dairy Sci.*, 2001 84: 2284-2294.
33. Larson, S.F., Butler, W.R., Currie, W.B. (1997): Reduced fertility associated with low progesterone postbreeding and increased milk urea nitrogen in lactating cows. *J. Dairy Sci.*, 80: 1280–1295.
34. Licata, E. (1985): Subclinical mastitis and urea determination in cows' milk. *Obiettivi e Doc-Vet* 6: 65–67 (in Italian, English summary).
35. Macleod, G.K., Grieve, D.G., McMillan, I., Smith, G.C. (1984): Effect of varying protein and energy densities in complete rations. *J. Dairy Sci.*, 67: 1421-1429.
36. Melendez, A., Donovan, Hernandez, J. (2000): Milk Urea Nitrogen and Infertility in Florida Holstein Cows. *J. Dairy Sci.*, 2000 83: 459-463.
37. Moore, D.A., Varga, G. (1996): BUN and MUN: urea nitrogen testing in dairy cattle. *Compend. Cont. Educ. Pract. Vet.*, 18: 712-720.
38. Ng-Kwai-Hang, K.F., Hayes, J.F., Moxley, J.E., Monardes, H.G. (1985): Percentages of protein and non-protein nitrogen with varying fat and somatic cells in bovine milk. *J. Dairy Sci.*, 68: 1257–1262.
39. Oltner, R., Witkorsson, H. (1985): Urea concentrations in milk and blood as influenced by varying amounts of protein and energy to dairy cows. *Livest. Prod. Sci.*, 67: 1090-1114.

40. Oltner, R., Emanuelson, M., Witkorsson, H. (1985): Urea concentration in cows milk in relation to milk yield, live weight, lactation number and composition of feed given. *Livest. Prod. Sci.*, 12: 45-57.
41. Rajala-Schultz, P.J., Saville, W.J.A., Frazer, G.S., Wittum, T.E. (2001): Association between milk urea nitrogen and fertility in Ohio dairy herds. *J. Dairy Sci.*, 84: 482-489.
42. Rajala-Schultz, P.J., Saville, W.J.A. (2003): Sources of variation in milk urea nitrogen in Ohio dairy herds. *J. Dairy Sci.*, 86: 1653-1661.
43. Refsdal, A.O. (1983): Urea in bulk milk as compared to the herd mean of urea blood. *Acta Vet. Scand.*, 24: 518-520.
44. Rodriguez, L.A., Stallings, C.C., Herbein, J.H., McGilliard, M.L. (1997): Effect of degradability of dietary protein and fat on ruminal, blood, and milk components of Jersey and Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, 80: 353-363.
45. Rook, J.A. F., Thomas, P.C. (1985): Milk secretion and its nutritional regulation. Ch. 8 in *Nutritional Physiology of Farm Animals*. J. A. F. Rook and P. C. Thomas, ed. Longham Group, Ltd., London, England.
46. Roseler, D.K., Ferguson, J.D., Sniffen, C.J., Herrema, J. (1993): Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk non-protein nitrogen in holstein cows. *J. Dairy Sci.*, 76: 525.
47. Symonds H.W., Mather, D.L., Collis, K.A. (1981): The maximum capacity of the liver of the adult dairy cow to metabolize ammonia. *British Journal of Nutrition*, 46: 481-486.
48. Schepers, A.J., Meijer, R.G.M. (1998): Evaluation of the utilization of dietary nitrogen by dairy cows based on urea concentration in milk. *J. Dairy Sci.*, 81: 579-584.
49. Soriano, F.D., Polan, C.E., Miller, V.N. (2001): Supplementing pasture to lactating Holsteins fed a total mixed ration diet. *J. Dairy Sci.*, 84: 2460-2468.
50. Trevaskis, L.M., Fulkerson, W.J. (1999): The relationship between various animal and management factors and milk urea, and its association with reproductive performance of dairy cows grazing pasture. *Livest. Prod. Sci.*, 57: 255-265.
51. Vallimont, J.E., Hyman, J., Rogers, G.W., Holden, L.A., O'Connor, M.L., Dechow, C.D., Cooper, J.B. (2002): A population study of milk urea nitrogen. *J. Dairy Sci.*, 85(Suppl. 1): 323. (Abstr.)
52. Verdi, R.J., Barbano, D.M., Dellavalle, M.E., Senyk, G.F. (1987): Variability in true protein, casein, non-protein nitrogen, and proteolysis in high and low somatic cell milks. *J. Dairy Sci.*, 70: 230-242.
53. Wittwer, F.G., Böhmwald, H., Contreras, P.A., Filoza, K. (1997): Análisis de los resultados de perfiles metabólicos obtenidos de rebanos lecheros en Chile. *Arch. Med. Vet.*, 19: 35-45.
54. Wittwer, F.G., Gallardo, P., Reyes, J., Opitz, H. (1999): Bulk milk urea concentrations and their relationship with cow fertility in grazing dairy herds in southern Chile. *J. Dairy Sci.*, 38: 159-166.
55. Wood, G.M., Boettcher, P.J., Jambrozik, J., Jansen, G.B., Kelton, D.F. (2003): Estimation of genetic parameters for concentrations of milk urea nitrogen. *J. Dairy Sci.*, 86: 2462-2469.

NON-NUTRITIONAL FACTORS OF MILK UREA CONCENTRATION

Summary

Urea is a common milk ingredient as a part of non-protein nitrogen. Milk urea nitrogen is the most reliable indicator of energy settlement in dairy cattle. Due to the existence of positive correlation between milk urea concentration and the concentration of urea in blood, milk urea concentration is used as a broad indicator of protein-energy balance in dairy cows ration. Also, high urea concentration in milk has a negative impact on health and reproductive performance of cows. In this paper, some production and environmental factors influencing milk urea concentration indirectly associated with intake rate and diet composition are discussed. According to some literature sources the increasing milk yield, milk urea concentration also increases. Milk urea concentration varies according to season and the stage of lactation, while the association between parity and milk urea concentration is positive. According to some authors there is a negative association between milk urea concentration and milk fat and protein percentage. Milk urea concentration is generally lower in samples collected in morning milking which is influenced by feeding-to-milking intervals between morning and evening milking. Body weight is negatively correlated with milk urea concentration in lactating dairy cows. Larger cows have a lower milk urea concentration, and smaller cows a higher milk urea concentration. Finally, there is no doubt that the concentration of urea in milk is useful indicator in feeding management of dairy cows, but for an unbiased analysis of complete situation it is also necessary to include above mentioned non-nutritional factors that affect milk urea concentration.

Key words: milk urea, non-nutritional factors, dairy cow, nutrition

Primljeno: 9. 6. 2005.